H. D. Gerstner

1971

Aus der Radiologischen Klinik des Winterberg-Krankenhauses

S a a r b r ü c k e n

Chefarzt: Prof.Dr.med.R.Schüssler

Die Strahlenbelastung des Ureters bei der Be= handlung des Uteruskarzinoms.

Dosismessung nach dem Thermolumineszenzverfah= ren.

I N A U G U R A L D I S S E R T A T I O N

zur Erlangung der Doktorwürde der

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

DER UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

1971

vorgelegt von

Hans-Dieter GERSTNER

geb. am 19.9.42 in Saarbrücken

Dekan: Prof.Dr.med.Kulenkampff

Referent: Prof.Dr.med.Schüssler

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Die mündliche Promotionsprüfung wurde am 22.6.71.abgelegt.

INHALTSVERZEICHNIS

I.	Die Therapie des Uteruskarzinoms.	Seite	1
II.	Die Problematik der Strahlentherapie.	"	11
	a.) Anatomie,	"	11
	b.) Tamponade,	"	13
	c.) Strahlenreaktion an Blase und Darm,	"	14
	d.) Radiogene Ureterveränderungen	"	16
III.	Frühere Messungen der Ureterbelastung.	"	23
IV.	Eigene Untersuchungen.	"	29
	a.) Fragestellung,	"	29
	b.) Prinzip der Thermolumineszenz,	"	29
	c.) Apparative Technik,	"	32
	d.) Messungen am Patienten,	"	4o
	e.) Bestimmung der Streustrahlung bei der perkutanen Bestrahlung.	"	5o
V.	Diskussion der Ergebnisse und Folgerungen für die Strahlentherapie.	"	52
VI.	Zusammenfassung.	"	64
VII.	Literaturverzeichnis.	"	65

1. Die Therapie des Uteruskarzinoms:

Zur Therapie der malignen Neoplasien des Uterus stehen verschiedene Methoden zur Verfügung, wobei die Wahl, welches Verfahren zur Anwendung gelangt, wesentlich von der Ausbildung und den Möglichkeiten des Therapeuten bestimmt wird:

1. Die Operation

A. Beim Kollumkarzinom

a) Erweiterte Exstirpation der Genitalorgane nach WERTHEIM.

b) WERTHEIM'sche Operation mit Ausräumung des gesamten regionären Lymphgefäßsystems nach MEIGS.

c) Erweiterte, vaginale Entfernung des Genitale nach SCHAUTA.

B. Beim Korpuskarzinom

a) Einfache Exstirpation des Uterus und der Adnexe.

b) Vaginale oder abdominale Radikaloperation.

2.) Die Strahlentherapie

Als Kombination intrakavitärer (Radium, Kobalt) und perkutaner Bestrahlung (Röntgen-, Telegamma und ultraharte Röntgenstrahlen).

3. Operation mit prae- und postoperativer Bestrahlung

Ein entscheidender Unterschied der Leistungsfähigkeit von einerseits Operation unter den heutigen Bedingungen mit Vor- und Nachbestrahlung und andererseits alleiniger Strahlentherapie ist der Literatur nicht zu entnehmen. Allerdings ist die Vergleichsbeurteilung der verschiedenen Statistiken wegen des unterschiedlichen Krankengutes schwierig. KOTTMEYER, der als Gynaekologe wahrscheinlich die größte Erfahrung in der Strahlentherapie der gynaekologischen Karzinome besitzt, hält die Bestrahlung auch im Frühstadium der Operation überlegen.

Neuerdings hat MEIXNER eine interessante Zusammenstellung der 5-Jahresüberlebensraten der Uteruskarzinome an der Innsbrucker Frauenklinik publiziert. 1924 - 193o, als eine Strahlentherapie noch nicht angewandt wurde, betrugen die 5-Jahresüberlebensraten 23,9 % bei einer Operationsfrequenz von 6o,8 %. Mit Einführung der Bestrahlung und ständig verbesserter Bestrahlungstechnik stiegen die 5-Jahresüberlebensraten in den Jahren 196o - 1962 bei fallender Operationsfrequenz (12 %) auf 59,2 %. MEIXNER betont ausdrücklich, daß die Operation nicht in der Lage

ist, kleinste Metastasen entlang der Gefäße und sämtlicher Lymphdrüsen und Lymphbahnen zu ent= fernen. Dies bestätigt unsere Kenntnis der dis= kontinuierlichen Ausbreitung des Kollumkarzinoms. Bezüglich der statistisch nicht verbesserten 5-Jahresüberlebensraten mit zunehmender Radika= lität der Operation gibt er eine persönliche Mitteilung von MEIGS wieder:

> "Heute weiß ich, daß die Drüsenausräumung beim Kollumkarzinom keine Verbesserung der Resultate gebracht hat, und ich mache wieder den Original-WERTHEIM."
>
> "Wir haben zuviel operiert, die superradi= kalen Operationen haben mehr Ärzte ge= schädigt als Frauen gerettet."

Schon LACASSAGNE, BACLESSE und REVERDY erwarteten 1941 den größeren kurativen Effekt von der Radium-Röntgen-Therapie. Auf deren Überlegenheit verwiesen mehrmals EYMER, RIES und SIEGERT. Heute bringt der Einsatz hochenergetischer Strahlung zur perkutanen Therapie eine weitere Leistungssteigerung der Strahlenbehandlung.

Neben der Indikation zur Operation in bestimmten Fällen, z.B. dem gleichzeitigen Bestehen eines Adnex= tumors, wird als Vorteil der Operation eine schnelle=

re Erholung der Patientinnen angegeben. LIMBURG und THOMSON zogen beim Zervixhöhlen- und Korpus=karzinom die Operation vor wegen einer höheren Strahlenresistenz des Adenokarzinoms. DYROFF führte ungünstige Therapiefolgen beim Adenokar=zinom des Uterus allein auf ungenügende Tumor=dosis zurück. Das Korpuskarzinom wird in den Frühstadien bei guter allgemeiner Operabilität der Patientin an den meisten Kliniken operiert. Vor- und Nachbestrahlung sichern jedoch den opera=tiven Erfolg. Ein hoher Prozentsatz der Korpus=karzinomträgerinnen sind aber inoperabel und müssen einer alleinigen Strahlentherapie zuge=führt werden.

Bei der alleinigen Strahlentherapie unterschieden sich die sogenannten klassischen Behandlungsshe=mata der einzelnen Strahlenkliniken meist durch die Betonung der Perkutanbestrahlung einerseits oder Radiumeinlagen andererseits. Allen Methoden gemeinsam sind folgende Bestrebungen:

1. Ausreichende Dosis am Entstehungs=ort des Tumors.
2. Gleichmäßige Durchstrahlung der Para=metrien bis zur Beckenwand.

3. Genügend hohe Dosis an den regionären Lymphbahnen.

Mit Radium alleine lassen sich die beckenwandna= hen Tumoranteile und die höhergelegenen Lymphab= flußgebiete nicht erreichen. Hier muß die Perku= tanbestrahlung für eine ausreichende Tumordosis sorgen.

Die klassische "Göttinger-Methode" legte das Schwergewicht auf die perkutane Bestrahlung. Mit zwei intrazervikalen Einlagen zu je 2ooo mgeh, Bestrahlungen mit dem Körperhöhlenrohr sowie per= kutan über zwei Abdominal-, zwei Gluteal und ein Vulva-Damm-Feld wurde eine Herddosis von 45oo R an der Beckenwand in Höhe der Parametriumansätze erreicht.

DU MESNIL DE ROCHEMENT applizierte eine Kombination von Intrauterinstift und Vaginalplatte, so dosiert, daß Blase und Darm mit maximal 7ooo R belastet wurden. Perkutan wurde über sieben quergestellte 8 x 15 cm große Felder eine Herddosis von mindestens 3ooo R angestrebt.

Die Bestrahlungsmethoden der Kliniken in Erlangen, Paris, Stockholm und München stellten die Radiumein=

lage in den Vordergrund. Die "Erlanger-Methode" dosierte mit drei Einlagen bis zu einer maxima= len Belastung von Harnblase und Darm von 7-8ooo R. Die Pariser Schule legte eine geringe Radiummenge über mehrere Tage, am Radiumhemmet in Stockholm applizierte man eine große Radiummenge über kurze Zeit, meist in drei Einlagen fraktioniert.
Die Münchner Schule verwendete die Einlagen nach dem schwedischen Schema. Die perkutane Therapie über 1o x 15 cm große Abdominal- und Glutealfel= der wurde individuell dosiert, jedoch maximal eine Oberflächendosis von 24oo R eingestrahlt.

Bei der Behandlung des Korpuskarzinoms steht, einer günstigen Dosisverteilung wegen, die Radiumbestrahlung im Vordergrund. Die"Stockholmer Packmethode" füllte das Uteruskavum mit kleinen Radiumträgern aus. In München verwendete man ei= förmige Hülsen, die jeweils in 8 cm Abstand an einer Seidenschnur befestigt waren. Heute kommen, der einfachen Handhabung wegen, meist perlschnur= artig aufgereihte Kobaltperlen zur Anwendung.
Eine volle Ausfüllung des Kavums kann durch zusätz= liche Leerperlen erreicht werden.
Perkutan gelten die gleichen Richtlinien wie beim

Kollumkarzinom beschrieben. Die gesamte appli=
zierte Dosis in München wird begrenzt durch eine
maximale Belastung von Blase und Darm von 7ooo R.
Intrakavitär werden etwa 5 - 6ooo mgeh gegeben.
Mit der"Stockholmer Packmethode" werden 2 x 15oo
mgeh in zwei- bis drei-wöchigem Abstand appliziert.

Nachdem sich die perkutane Therapie mit
hochenergetischen Strahlen (Gammastrahlen des Ko=
balt-6o und ultraharte Röntgenstrahlen) sehr gut
bewährt hat und nach heftigen Diskussionen all=
gemein eingesehen wurde, daß die Radiumapplikation
auch von der Hochvolt-Therapie nicht ersetzt werden
kann, ist heute die Technik der Strahlentherapie
des Uteruskarzinoms an den großen Kliniken nicht
mehr so divergent wie früher.
Die Vorteile der sogenannten Hochvolt-Therapie
liegen in einer Vergrößerung der relativen Tiefen=
dosis mit Ausbildung eines Dosismaximums in größe=
ren Gewebstiefen bei gleichzeitig stark verminder=
ter Oberflächenbelastung sowie einer geringen
Differenz der Strahlenabsorption Weichteile-Knochen
und der dadurch bedingten gleichmäßigen Durchstrah=
lung des Beckens. Bei Verwendung von 16 MeV-Röntgen=
strahlen beispielsweise zur Ausstrahlung des kleinen

Beckens über zwei Unterbauch- und zwei Rücken=felder läßt sich beidseits in Beckenmitte eine Herddosis von 14o % der Oberflächendosis erzie=len. (SCHMERMUND, OBERHEUSER, KUTTIG 1961).

Auch die Telegamma-Therapie verwendet zwei abdo=minale und zwei gluteale Felder. Jedoch liegt das Dosismaximum hier in nur 4 mm Tiefe, was zusätzliche Maßnahmen zur Erhöhung der Tiefen=dosis und Verminderung der Oberflächendosis er=fordert wie Seitenfelder, Siebbestrahlung oder biaxiale Pendelbestrahlung.
Die Tendenz der Perkutan-Therapie geht heute ein=deutig in Richtung ultraharte Röntgenstrahlung anstatt Kobalt-6o.

Die Bedeutung der praeoperativen Radium=einlage wird in dem Rückgang entzündlicher Infil=trationen im Parametrium (MAYER 1941) und einer besseren Demarkation des Tumorgewebes gesehen.
2 - 3ooo mgeh sollen drei bis vier Wochen vor der Operation appliziert werden.
Zur prophylaktischen Nachbestrahlung werden sechs bis acht Wochen nach der Operation zwei Radiumein=lagen vor den Scheidenstumpf gelegt und jeweils 1ooo - 15oo mgeh verabreicht. Die perkutan appli=

zierte Dosis soll 3ooo R in Beckenmitte betra=gen. So können kleinste Metastasen entlang der Gefäße und Lymphbahnen, die auch eine Radikal=operation nicht erfaßt, mit ausreichender Strah=lendosis belegt werden. Ein Rezidiv an der Schei=denmanschette wird verhindert.

Zusammenfassend sind folgende Hauptforderungen der Strahlentherapie des Uteruskarzinoms heraus=zustellen:

a) Möglichst hohe Dosis am Primärherd

Diese Forderung erfüllt die Radiumbe=strahlung; z.B. beträgt die in der Zer=vix gemessene Gesamtdosis bei heute übli=chen Behandlungsmethoden nach MÖBIUS, RIES und BREITNER etwa 2o ooo R.

b) Ausreichende Durchstrahlung der Parame=trien

Mit konventionellen Röntgenstrahlen maximal 3ooo R am Parametrium, bei Supervolt-Therapie 45oo R.

c) Genügend hohe Dosierung an der Beckenwand, insbesondere den Lymphonoduli ilici infe=riores et obturatorii

4 - 5ooo R unter Hochvolt-Bedingungen.

d) Minimale Belastung von Harnblase, Mast= darm und Harnleiter

Sie soll 7ooo R nicht überschreiten, maximal bei 8ooo R liegen.
Die gesamte Strahlentherapie soll einem Schema folgen, aber dem Einzelfall und seinem Verlauf angepaßt werden.

Nach der Verbesserung unserer Bestrah= lungsmethode (Hochvolt, exakte Dosimetrie) und den auf seiner Erfahrung sich gründenden, zurückhalten= den Äußerungen von MEIGS über den Wert der Radikalität der Operation ist eine Verschiebung der Behandlungs= frequenz zur Strahlentherapie zu befürworten und zu erwarten. Um so wichtiger wird die Forderung nach einer optimalen Dosimetrie, um gesundes Gewebe weit= gehend zu schonen.

II. Problematik der Strahlentherapie.

Die Strahlentherapie des Uteruskarzinoms stellt den Therapeuten vor Probleme, die er nur mit gründlicher Kenntnis der Strahlendosimetrie und Strahlenbiologie lösen kann. Die zur Tumorvernichtung notwendige Strahlendosis am Herd sowie die topographischen Besonderheiten können zu erheblichen Schäden an den Nachbarorganen führen.

1.) Anatomie

Die Zervix mit ihrem dicken, derben Bindegewebe eignet sich sehr gut zur Aufnahme des Strahlenträgers. Die Vagina ist von Blasenhinterwand jedoch nur durch das lockere, fettreiche Parakolpium getrennt. Zwischen dem Trigonum der Blase und vorderem Anteil des Scheidengewölbes sowie unterem Abschnitt der Zervix liegt lediglich die dünne Gewebsschicht des Blasenlagers. Das 1 - 1,5 cm dicke Septum rectovaginale trennt die Rektumvorderwand von der Scheide. Ohne besondere Schutzmaßnahmen besteht so zwischen Radiumträger und Blase oder Darm ein minimaler Abstand. Die Ureteren liegen etwas weiter lateral.

Dort, wo sie die Arteria-uterina kreuzen und von lateral nach medial zur Blasenhinterwand einbiegen, treten sie dicht an die Zervix heran und haben von deren Kanal nach Messungen von DYROFF, SIEGERT und BUCHMANN noch einen Abstand von 2 - 3 cm.
Zwischen Zervixaußenwand und Ureter liegt nach HOFMANN ein Zwischenraum von 1 - 1,5 cm.Nach BUCHMANN beträgt der Abstand zwischen Ureter und Zervixkanal im anatomischen Präparat 2,5 - 3 cm. Röntgenologische Studien sollen 3 cm bereits als ein Maximum zeigen. Bei Schrumpfungen nach chronischer Parametritis oder anderen entzündlichen Erkrankungen im kleinen Becken, nach Operationen, Bestrahlungen und im Senium soll der Harnleiter erheblich näher an die Zervix herangezogen werden. In achsengerechten Frontalaufnahmen stellte BUCHMANN fest, daß Zervixkanal und Ureter in gleicher Ebene liegen, die im Röntgenbild dargestellten Entfernungen im sagittalen Strahlengang also nicht projektivisch verkürzt werden.

Daneben sind Lageveränderungen des Uterus zu bedenken. Eine Retroflexio-uteri, Dextropositio

oder Dextroversio können den Abstand zu den gefährdeten Nachbarorganen erheblich verän= dern.

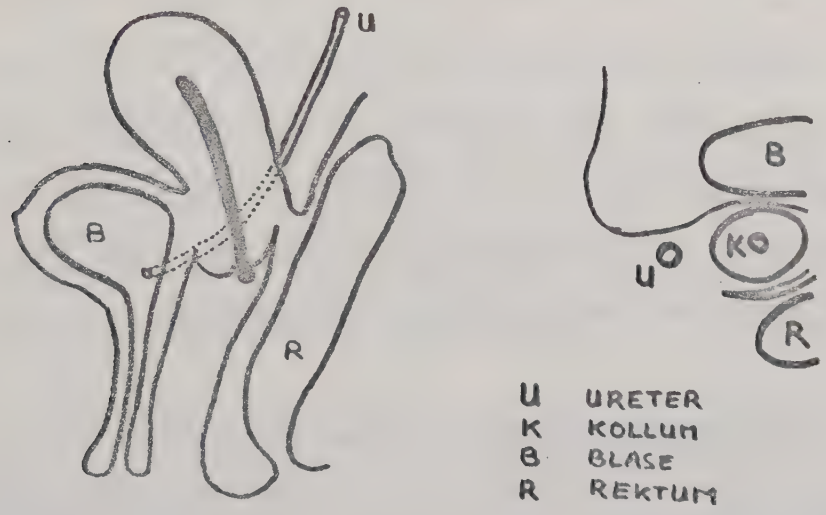

Abb.1

Intrauterine Einlage in Be= ziehung zu den Nachbarorganen

2.) Tamponade

Wie die Arbeit von VOGELGESANG anschaulich zeigt, sind durch Tamponade der Scheide er= hebliche Verlagerungen des Uterus möglich. Eine straffe Tamponade führt zu einer Ele= vation des Uterus und Neigung nach ventral. Sie drängt bei intravaginalen Einlagen oder Kombinationen die Strahlenquelle näher an Blasenhinterwand und praevesikale Ureterab= schnitte heran.

VOGELGESANG empfiehlt daher eine zirkuläre Tamponade, die bei geringer Uteruselevation zu einer Abdrängung von Blasenhinterwand und Rektumvorderwand führt.

Im Gegensatz dazu ist jedoch bei intrauteri= nen Einlagen, wie BUCHMANN zeigen konnte, durch Hochdrängung des Uterus mit straffer Tamponade eine Abstandsvergrößerung zwischen Radiumfilter und Ureteren zu erreichen.

3.) Strahlenreaktion an Blase und Darm

Frühschäden der Nachbarorgane wie akute Strah= lenulzera der Schleimhäute oder Blasen- und Rektumscheidenfisteln kamen bei der Einzeit= bestrahlung häufig vor. Heute können größere Schäden vermieden werden, da Geräte wie das BOMKE-EBERLE-Momentandosimeter oder das SIEMENS-Gammameter eine Kontrolle der Dosis in Harnblase und Mastdarm erlauben.

Eine verallgemeinernde Beschreibung der Strah= lenreaktion ist nur bedingt möglich, da ver= schiedene Faktoren wie individuelle Strahlen= sensibilität, jeweilige Bestrahlungsmethode

oder unterschiedliche Topographie einen we=
sentlichen Einfluß haben.

Die Blase zeigt als Strahlenreaktion eine Vielzahl ineinander übergehender Befunde, die von einfacher Schleimhautrötung über Oedembil=dung bis zu ulzerösen Veränderungen reichen. Eine Frühreaktion mit Brennen beim Wasserlas=sen und häufigem Harndrang gilt als reversibel. Der eigentliche Strahlenschaden ist die Spät=reaktion (HOLLSTEIN, HESS 1952).

Am Darm laufen die Reaktionen früher ab. Die Strahlenenteritis mit häufigem Stuhlgang, Tenesmen und Entleerung von blutigem Schleim beginnt oft schon 2 - 3 Wochen nach Einsetzen der Bestrahlung. Mehrere Monate nach Therapie=ende können sich heftige Unterleibsschmerzen mit blutigen Durchfällen und Tenesmen einstel=len. Auch hier stehen ulzeröse Schleimhautver=änderungen im Vordergrund, denen meist eine Oedemfibrose und Vaskulitis vorausgegangen sind. TODD nennt derartige Lumeneinengungen "intrinsic reactions" und stellt ihnen "extrinsic reactions" gegenüber, Stenosen, die durch Fibrose oder narbige Schrumpfungen

außerhalb des Darmes entstanden sind.

4.) Die radiogenen Ureterveränderungen

Als Frühreaktion während oder unmittelbar nach der Strahlentherapie kann am Harnleiter ein reaktives Oedem der Schleimhaut auftreten (BÖCKLER und PRINZ 1959, BUCHMANN 1956, MUTH 1957). Die Beschwerden sind uncharakteristisch: Tenesmen,häufiger Harndrang, Kopfschmerzen, Appetitlosigkeit, Übelkeit, Erbrechen, Durst, Kreuzschmerzen. Eine Klärung der Diagnose gelingt erst durch das Urogramm.
Narbige Stenosen der Ureteren als Spätreaktion zeigen sich bis zu einem Jahr nach Therapieende oder auch später. Die Hydronephrose mit ihren Auswirkungen für Mineralhaushalt, Eiweißstoffwechsel und Säure-Base-Gleichgewicht ist die Folge. Nach HOFMANN und KÜNZLER ist mit einer derartigen Strikturierung nicht vor vier Monaten nach Therapieende zu rechnen, ein Auftreten nach mehreren Jahren jedoch möglich.
Als Ursache einer Hydronephrose nach Bestrahlung kommt in Frage:

1. Narbige Schrumpfung nach Ureter=
   schleimhautentzündung.
2. Stenosierung durch parametrane Nar=
   benfelder.
3. Toxische, tonogene Dilatation.

Eine wichtige, weitgehend irreversible Folge der Durchstrahlung des kleinen Beckens ist die narbi=ge Umwandlung des Bindegewebes. Diese betrifft vorwiegend die Parametrien mit den darin gelege=nen Blutgefäßen und Ureterabschnitten. Ebenso wird das zerstörte neoplastische Gewebe durch fibröses Gewebe ersetzt, es besteht insofern ein direkter Zusammenhang zwischen Karzinomausbreitung und Ausdehnung der Narbenfelder (HOFMANN 1959).
Diesen durch Narbenzug von außen bedingten Ureter=stenosen steht als "intrinsic reaction" die Lumen=einengung als Zustand nach Ausheilung entzündlicher Ureterschleimhautveränderungen gegenüber.
Der urographische Befund zeigt in beiden Fällen wenige Zentimeter oberhalb der Uretermündung in die Blase einen partiellen oder kompletten Ver=schluß des Harnleiters, der zu einer Ausweitung der darübergelegenen Abschnitte der harnableiten=

den Wege geführt hat.
Nicht selten tritt nach der Strahlentherapie eine Ektasie der Ureteren und Nierenbecken=kelchsysteme auf, ohne dass es vorher zu einer Ureterstriktur gekommen ist. MUTH berichtete von zwei Patientinnen, bei denen nach röntgeno=logischem Nachweis einer Ektasie Uretersonden bis in das Nierenbecken hochgeschoben wurden, ein Verschluß also ausgeschlossen werden konn=te. Er beschreibt dieses Bild als tonogene Dilatation des Ureters. Sie soll eine gute Prog=nose haben und meist voll rückbildungsfähig sein.

RULAND macht chronische Pyelitiden für eine Schädigung intramural gelegener Neuroelemente und sich daraus ergebender toxischer Tonusver=minderung von Nierenbecken und Harnleiter ver=antwortlich. KRAATZ fand bei 6,75 % seiner Be=strahlungsfälle eine Pyonephrose als Todesur=sache. Er erwartet bei Schrumpfblase, starrer Blasenwand, rechtwinkliger Uretereinmündung und klaffenden Ostien einen vesikoureteralen Reflux, der die Niereninfektion begünstigt. Möglich sei dieser Reflux auch bei atonischer Blase, ver=dünnten Wandschichten, gestörter Detrusor=

funktion und verkürztem, intramuralem Ureter=abschnitt. MÜLLER und HÜTER konnten bei ihren Untersuchungen jedoch in keinem Fall einen Re=flux nachweisen. Ihrer Meinung nach begünstigt die einfache Strahlenzystitis nicht den Reflux, und die Veränderungen der oberen Harnwege sind nicht auf einen Reflux sondern auf Stenosierun=gen zurückzuführen.

Eine ausreichende Kontrolle über die Häufigkeit der radiogenen Ureterstenosen besteht erst, seit auf Vorschlag von ALDRIDGE und MASON urographi=sche Kontrollen als Routineuntersuchungen bei Bestrahlungspatientinnen eingeführt sind. ALDRIDGE und MASON fanden bei 333 Urogrammen in 34 % Ureterstenosen, nahmen aber als Ursache stets das infiltrierend wachsende Karzinom an.

BÖCKLER und PRINZ führten 15o Sektionen bestrahl=ter Kollumkarzinome durch. In 7o % bestanden Stauungszustände. 51 Patientinnen waren an einer Uraemie verstorben. Davon war in 16 Fällen auch histologisch kein Tumorgewebe mehr nachweisbar. BUCHMANN fand bei 78 Autopsien als Todesursache in 48 Fällen Uraemie infolge Ureterstenose.

EVERETT, BRACK und FARBER bestrahlten drei Gruppen mit verschiedenen Dosen und führten anschliessend urographische Kontrollen durch. Die erste Gruppe erhielt 3ooo mgeh ohne gezielte Tamponade. Auf perkutane Bestrahlung wurde verzichtet. Die Urogramme ergaben in 48 % Ureterstenosen und schwere Blasenschäden. Bei der zweiten Gruppe wurden 48oo mgeh appliziert, sorgfältig tamponiert und perkutan eine Oberflächendosis von 1o ooo R eingestrahlt. Urologische Komplikationen ergaben sich in 4 % der Fälle. Die dritte Gruppe wurde mit 6ooo mgeh und 1o ooo R perkutan behandelt. Das Urogramm zeigte in 31 % Komplikationen.

Neuere Tierexperimente liefern eine gute Übersicht über die radiogenen Ureterschäden. FRISCHKORN, NOLTE, Y ALMENDRAL und BECKER haben die Strahlensensibilität eines isolierten Kaninchenureters untersucht. Es wurde eine Kontaktbestrahlung eines Feldes von etwa 18 mm Durchmesser vorgenommen, die Oberflächendosis konnte der Herddosis gleichgesetzt werden. Jeweils fünf Kaninchen erhielten 15oo, 3ooo, 45oo und 6ooo R. Über sieben Monate wurden die

ableitenden Harnwege urographisch kontrolliert. In keinem Fall fanden sich Stauungszeichen. Die Sektion zeigte dagegen schon bei zwei Tieren, die nur 1500 R erhalten hatten, Fibrosierung der Ureterumgebung im Bestrahlungsfeld. Je höher die Dosis, desto ausgedehnter war der Ureter von umgebendem Narbengewebe eingemauert. Eine Grenze der Uretertoleranz erwies sich erst bei einer einzeitigen Bestrahlung von 12 000 R.

Im Tierexperiment zeige sich somit der Ureter wenig strahlensensibel, meinen die Autoren, und die Aufmerksamkeit des Therapeuten müsse sich auf Bindegewebsreaktion und mögliche entzündliche Komplikationen richten.

CLAUS führte eine fraktionierte Perkutanbestrahlung des Kaninchenureters durch. Mit einer Kobalt-60-Quelle über zwei 3,5 x 5 cm große Rückenfelder erhielt der Ureter pro Woche 2 x 500 R Herddosis. Unter regelmäßiger urographischer Kontrolle applizierte CLAUS zwischen 3000 und 17 000 R. Bei 4000 R war eine Proliferation und Abschilferung der Schleimhautepithelien zu beobachten. 7000 R führten neben der Epithelitis zu Strukturauflockerungen von Musku-

latur und Mukosa. Bei 9ooo R kam es zur Aus= bildung eines Oedems aller Wandschichten, ins= besondere der Mukosa. Zwischen weit auseinander gerückten Zellkernen lagen seröse Massen. Durch Oedem und zellige Infiltration war die ganze Ureterwand deutlich verdickt und das Lumen ein= geengt. Periureteral fand ausgedehnte Faserneu= bildung statt. 11 ooo R und mehr verursachten eine Zerstörung der Ureterwandstrukturen. Derbes Bindegewebe ersetzte die normalen Zellelemente. Die ersten urographischen Zeichen einer Abfluß= behinderung zeigten sich bei 12 von 6o Tieren bei 9ooo R. Eine zweite Gruppe bot Stauungszei= chen erst nach 1o - 11 ooo R. 18 Ureter wiesen auch bei einer Belastung von 13 ooo R und mehr keine Harnstauung auf. Zwei Tiere, nachträglich und weniger fraktioniert bestrahlt, zeigten Ab= flußstörungen schon bei 85oo R. Bei 9 - 1o ooo R, der notwendigen Dosis zur Ureterschleimhautfibro= se, liegt in vielen Fällen schon eine ausgedehnte periureterale Fibrose vor, die zu einer Ummauerung des Harnleiters mit derbem Schwielengewebe ge= führt hat.

III. Frühere Messungen der Ureterbelastung

Eine exakte Radiumdosierung in Bezug auf Blasen- und Darmbelastung ist möglich seit der Entwicklung von Meßgeräten mit ausreichend kleinem Meßkörper und genügend hoher Empfindlichkeit. Das Momentandosimeter nach BOMKE-EBERLE und das SIEMENS-Gammameter erfüllen diese Voraussetzungen.

Die Ureterbelastung wird auf indirektem Wege bestimmt. Zur Dosismessung an verschiedenen Punkten im parametranen Bereich kommen festliegende Isodosenkurven zur Anwendung, die durch Trägerform und Beladung gegeben sind (FRIEDRICH und KELLER 1935). Der Verlauf der Isodosenkurven kann photographisch bestimmt werden (ANDREAS 1956) oder durch Ausmessen der einzelnen Punkte ermittelt werden (MÖBIUS 1947, VERHAGEN 1956).

Zur Berechnung der Ureterdosis werden die bekannten Isodosen des Radiumpräparates in ein rechtwinkliges Koordinatensystem eingetragen. Eine röntgenologische Lagekontrolle erlaubt die Lokalisierung des Trägers und seiner Isodosen in Bezug auf den Ureter.

Direktmessungen wurden erstmals von WASSERBURGER

und SMEREKER durchgeführt. Neben Messungen in unmittelbarer Nähe der Radiumanordnung wurden an Leichenpräparaten die Belastung einzelner kritischer Punkte bestimmt, unter anderem an der Kreuzungsstelle des Ureters mit der Arteria uterina und an der Einmündung des rechten Ureters in die Blase. Es wurde versucht, die durch die unterschiedliche Topik an der Leiche entstehende Fehlerquelle herabzusetzen, indem die Messungen bei mittlerer Blasenfüllung und leerem Rektum vorgenommen wurden. Radium wurde in zwei Applikationsformen verwendet. Nach REGAUD und LACASSAGNE dosierte man vaginal und intrauterin je 33,2 mg Radium auf 7700 mgeh. Nach FORSSELL und HEYMANN applizierten die Autoren 80 mg vaginal und 40 mg intrauterin für 60 Stunden.

Die Ergebnisse an zehn Leichenpräparaten:

in R/h	Bestrahlung nach FORSSELL-HEYMANN		Bestrahlung nach REGAUD-LACASSAGNE	
	KREUZUNG	OSTIEN	KREUZUNG	OSTIEN
Mittelwerte	82,2	60	43,2	43,8
Maximalwerte	135	84	65	53
Minimalwerte	44	33	23	31

1956 versuchte BUCHMANN eine Bestimmung der Harn=

leiterbelastung an der Leiche. Appliziert wurden intrazervikal 8o mg Radium. Mit einer unmittelbar neben dem Ureter liegenden Sonde des SIEMENS-Gammameters konnte er ein Maximum der Strahlung mit 127 R/h in Höhe des inneren Muttermundes messen. Diese Stelle, etwa 4 - 6 cm oberhalb des Ostiums, entsprach seinen klinischen Beobachtungen.

ANDREAS nahm 1958 intraabdominelle Dosismessungen während sechs Radikaloperationen nach WERTHEIM vor. Bei geöffneter Bauchhöhle und liegender Kombination von Vaginalplatte und Intrauterinstift mit insgesamt 12o mg Radium wurden verschiedene Punkte gemessen. Das SIEMENS-Gammameter zeigte bei den sechs Patientinnen an der Ureterkreuzung in R/h:

	1	2	3	4	5	6	Mittelwert
Ureterkreuzung rechts	178	1oo	125	7o	146	78	116
Ureterkreuzung links	1o6	1oo	185	6o	156	37	1o7

Die Differenzen der Meßwerte wurden mit der unterschiedlichen Lage des Intrauterinstiftes, bzw. der Lage des Uterus erklärt. Der Autor gab zu bedenken, daß eine durch Tumorgewebe oft einseitig aufgetrie-

bene Zervix zu erheblichen Seitenunterschieden führen kann.

Auf dem Deutschen Röntgenologenkongreß 1967 berichtete HILD über direkte Dosismessungen im Ureter. Er verwendete ein fluoreszenzdosimetrisches Verfahren. Kleinstdosimeter aus Lithium fluorid von 6,5 mmLänge und o,75 mm Dicke wurden in 6-Charriere-Uretersonden mit Hilfe des Mandrins fixiert. Von den 5 - 6 Kristallen auf jeder Seite kam das erste in den Bereich der Ostien, das letzte 1o cm proximal zu liegen. Die Meßgenauigkeit der Apparatur wurde mit 6 % angegeben. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle wiedergegeben. Die Patientinnen sind mit P1 - P6 bezeichnet, die Meßpunkte von distal nach proximal mit U1 - U6:

Patient	Radiumeinlage	re.Ureter	li.Ureter
P1	16omg auf 2ooomgeh	U1 673 R	818 R
		U2 833 R	848 R
		U3 563 R	1o28 R
		U4 653 R	93o R
		U5 443 R	736 R
		U6 353 R	458 R
P2	21omg auf 225omgeh	U1	1355 R
		U2 nicht	1716 R
		U3	178o R
		U4 gemessen	1367 R
		U5	118o R
		U6	1o2o R

Patient	Radiumeinlage		re.Ureter	li.Ureter
P3	22omg auf 225omgeh	U1	3o63 R	139o R
		U2	4o59 R	1685 R
		U3	4114 R	1322 R
		U4	5o43 R	935 R
		U5	2o42 R	6o4 R
P4	18omg auf 225omgeh	U1		118o R
		U2	nicht	125o R
		U3		21o R
		U4	gemessen	52o R
		U5		45o R
P5	18omg auf 225omgeh	U1	173o R	7o5 R
		U2	16oo R	54o R
		U3	89o R	4o5 R
		U4	48o R	3o5 R
		U5	285 R	-
P6	18omg auf 225omgeh	U1	13o5 R	743 R
		U2	9oo R	1o13 R
		U3	589 R	135o R
		U4	39o R	1328 R
		U5	263 R	1o35 R

Das Maximum der Strahlenbelastung liegt nach diesen Angaben 2 - 3 cm oberhalb des Ostiums. Die Seiten=differenzen werden, abgesehen von anatomischen Be=sonderheiten, durch unterschiedliche Tamponade er=klärt.

Zum gleichen Thema sprachen 1967 CLAUS und MARTIN. Sie hatten ebenfalls mit Lithiumfluoridkristallen die Belastung im unteren Harnleiterdrittel gemes=

sen. Die Dosisleistung wurde als wesentlich ab=
hängig von der Strahlenrichtung gefunden, bzw.
vom Strahlenwinkel des Trägers.

Trägerart	Ort der max. Belastung	Extremwerte	Mittelwerte
kleiner Kraterfilter	Uretermün=dungen	22 - 136 R/h	6o - 7o R/h
großer Kraterfilter	Ostien und prävesikal	- 13o R/h	5o - 6o R/h
Röhrenfilter	Ostien	- 7o R/h	35 - 5o R/h
Stift und Kraterfilter	Ostien und prävesikal	- 186 R/h	
Stift und Platte		- 242 R/h	über 1oo R/h

Die Höchstbelastungen kamen durch Verkippungen der
Träger zustande. Eine nach links abweichende Kombi=
nation von Stift und Kraterfilter führte z.B. zu einer vier=
fachen Belastung des linken Ureters. Im Vergleich zu
den Berechnungen mittels Isodosenkarten lagen die
gemessenen Werte tiefer. Die Autoren führen dies auf
die fehlende 3. Dimension bei der Berechnung durch
Isodosenkurven zurück.

IV. Eigene Untersuchungen

1.) Fragestellung

Die Arbeit will demonstrieren, daß mit der Thermo=lumineszenzmethode die Ureterbelastung bei der Strahlentherapie des Uteruskarzinoms bestimmt wer=den kann. Die Einzelmessungen sollen die unter=schiedliche Strahlenbelastung verschiedener Ureter=abschnitte bei Lageabweichungen des Radiumträgers erfassen.

Daneben wird die Streustrahlung bei der perkutanen 2oo-KV-Bestrahlung gemessen, so daß sich eine durch=schnittliche Uretergesamtbelastung bei der an der Radiologischen-Klinik-Saarbrücken üblichen Radium-Röntgen-Therapie errechnen läßt.

Zuletzt wird untersucht, ob die Meßmethode zur Routineanwendung in der Strahlentherapie gynaeko=logischer Karzinome geeignet ist.

2.) Prinzip der Thermolumineszenz

Bei einer Reihe verwendungsfähiger Substanzen hat sich neben dem Calziumfluorid das Lithiumfluorid als besonders geeignet erwiesen (BRÄUNLICH 1962, DREXLER 1964, CZAIKOWSKI 1968).

Diese Kristalle können zugeführte Energie, etwa Röntgen- oder Gammastrahlen, teilweise speichern und sie bei Wärmezufuhr als sichtbares oder ultraviolettes Licht wieder abgeben. Es wird auch von einem Einfrieren der Energie gesprochen.
Bei Kristallen, die den sogenannten inneren lichtelektrischen Effekt nicht zeigen, ist diese Erscheinung auf metastabile Zustände von Elektronen in sogenannten Lumineszenz-Zentren zurückzuführen.

Durch Aufnahme von Strahlenenergie kann ein Elektron aus einem Grundniveau G auf ein angeregtes Energieniveau F angehoben werden. Unter Aussendung von Licht kehrt das Elektron nun auf den Grundzustand G zurück oder fällt in ein metastabiles Energieniveau M, das nur wenig unter dem angeregten Niveau F liegt (Abb.2).
Elektronen im metastabilen Zustand können nur zu dem Grundzustand zurückkehren, wenn sie vorher durch Zufuhr thermischer Energie in den angeregten Zustand F versetzt wurden. Bei gleichbleibender Heizrate ergibt die Intensität des ausgesandten Lichtes als Funktion der Zeit die sogenannte Glowkurve.

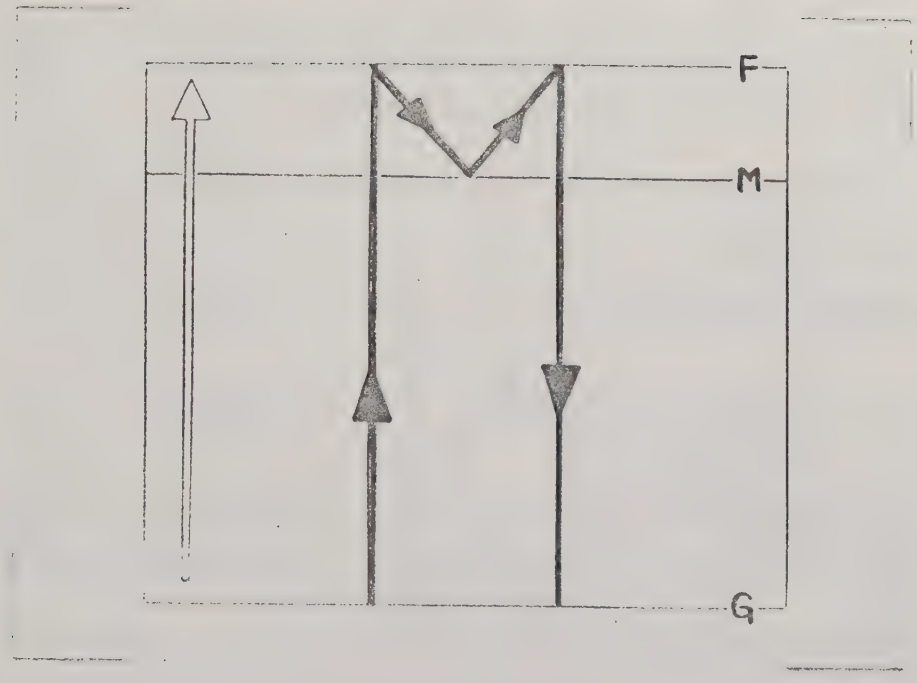

Abb.2 Modell eines Absorption-Emissionsmecha= nismus nach GARLICK. (G = Grundzustand, M = metastabiler Zustand, F= angeregter Zustand).

In den erwähnten Alkalihalogeniden kann zugeführte Strahlungsenergie Elektronen aus dem Atomgitter herausschlagen und auf ein höheres Energieniveau an= heben. Die Kristalle besitzen Gitterfehlstellen, die als besondere Energieniveaus die angeregten Elektro= nen einfangen können. Man bezeichnet diese Fehlstel= len auch als Elektronenlöcher oder Fallen (traps). Die sogenannten Lumineszenz-Zentren sind zusätzli= che, meist diskrete Energieniveaus, die zum Beispiel durch Verunreinigungen in kristallinem Phosphor

verursacht werden (GARLICK 1948, CZAIKOWSKI 1968). Durch Aufheizen der bestrahlten Kristalle werden Elektronen aus den Fallen befreit und von leeren Lumineszenz-Zentren eingefangen. Die Zahl der nun ausgesandten Photonen ist der zugeführten Strahlen=dosis proportional.

3.) Apparative Technik

Als Dosimeter werden Lithiumfluoridkristalle TLD-loo der Firma HARSHAW-Chemical & Co, Ohio USA ver=wendet. Die LIF-Stäbchen haben einen Durchmesser von o,5 mm und eine Länge von 6 mm. Ausgewertet werden di e bestrahlten Kristalle mit dem"HARSHAW TLD-System-Modell-2ooo". Das System besteht aus dem Thermolumineszenzdetektor Modell-2ooo-A und dem auto=matisch integrierenden Pikometer Modell-2ooo-B. Aufheizvorrichtung und ein Photomultiplier zur Messung des ausgesandten Lichtes sind in dem Thermo=lumineszenzdetektor enthalten. Der Strom des Photo=multipliers wird von dem "Automatic Integrating Picoammeter" gemessen, über die gesamte Glowkurve integriert und in Nanocoulomb angezeigt.

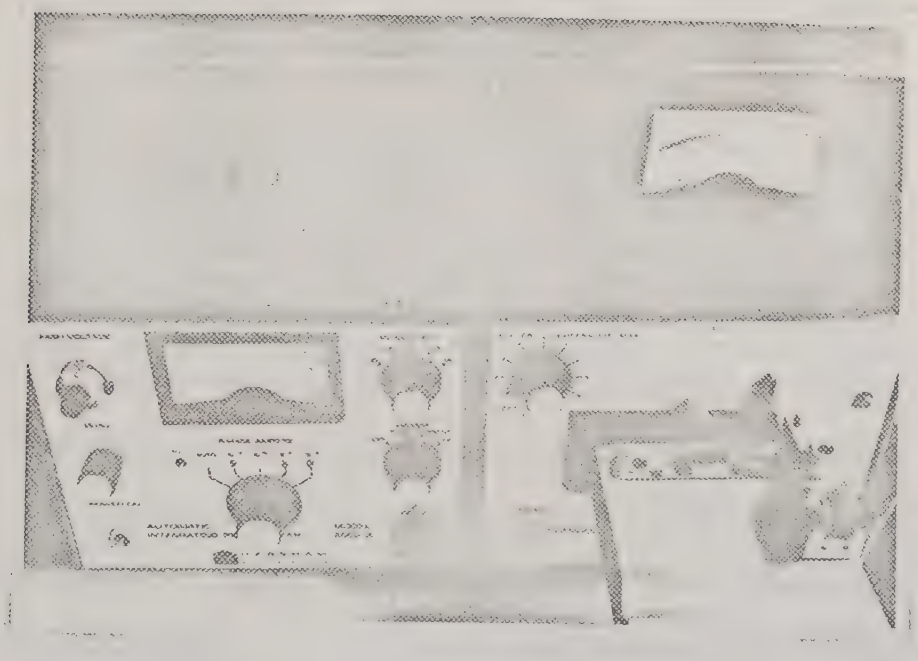

Abb. 3 HARSHAW-TLD-System Modell-2ooo,
rechts Automatic Integrating Picoam=
meter 2ooo-B,
links Thermoluminescence Detector 2ooo-A

Bei der Untersuchung der Eigenschaften der LIF-Dosimeter und des HARSHAW-Gerätes konnte auf die Arbeit von CZAIKOWSKI zurückgegriffen werden.

Eine Linearität der Lichtausbeute zur applizierten Gammastrahlung besteht bei LIF bis in einen Bereich von oberhalb 4oo R (CZAIKOWSKI 1968). Die Eichung der Kristalle erfolgte mit der Gammastrahlung von Radiumpräparaten. Bei entsprechendem Abstand zwischen Dosimeter und Radium konnte die Strahlen=

quelle als punktförmig betrachtet werden. Es wurde eine Plexiglasscheibe verwendet, aus deren Mitte die sich dort in einer Ver= tiefung befindende Strahlenquelle auf rund= herum im gleichen Abstand deponierte Kristal= le einwirkte. Die auf die Dosimeter einge= strahlte Dosis errechnete sich unter Beach= tung der Platinfilterdicke und der Absorption der Plexiglasscheibe sowie des Abstandes zwischen Strahlenquelle und Kristall aus der Dosisleistungskonstanten:

$$T = \frac{i_s \times a^2}{A}$$

T = Dosisleistungskonstante
i_s = Standardionendosis
A = Aktivität
a = Abstand

CZAIKOWSKI gibt für LIF eine Fehlerbreite von +/- 5 % an. Erst unterhalb I R erhöht sich die Fehlerbreite auf +/- 15 % bis +/- 2o %. Eine Fehlerrechnung bezüglich der unterschiedlichen Reaktion der einzelnen Kristalle ergab einen Betrag weit unterhalb dieser Fehlerbreite.

Die Notwendigkeit einer Identifizierung jedes einzelnen Dosimeters entfiel somit.
Die in der beschriebenen Art bestrahlten Kri= stalle zeigten eine zur eingestrahlten Ionen= dosis lineare Lichtausbeute. Die Ergebnisse sind in den folgenden Abbildungen dargestellt.

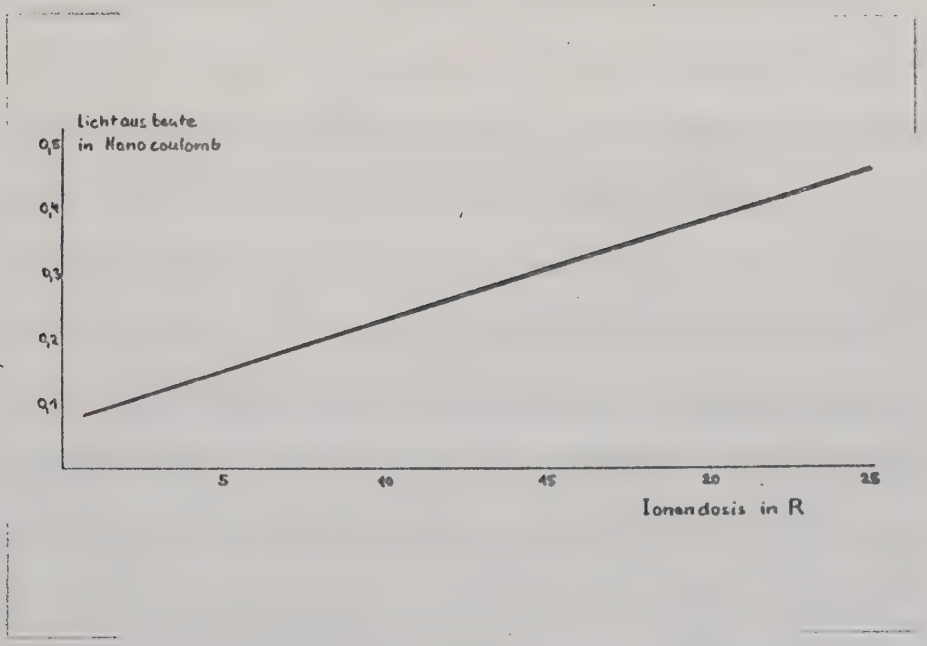

Abb.4 Kalibrierungsgerade der LIF-Kristalle für Gammastrahlen.
(Meßbereich bei den Radiumeinlagen)
Lichtausbeute in Nanocoulomb,
Ionendosis in Röntgen.

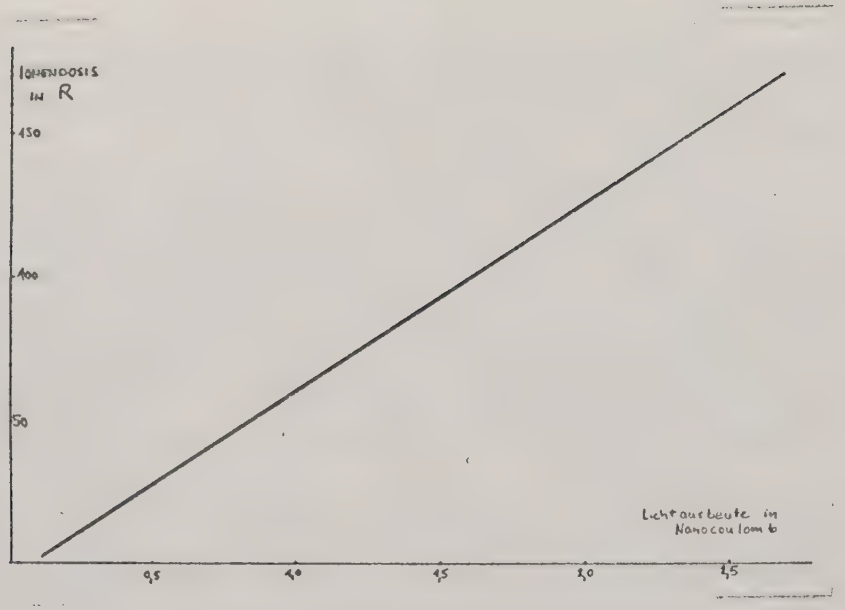

Abb. 5 Kalibrierungsgerade der LIF-Kristalle (Meßbereich bei der perkutanen 2oo-KV-Strahlung).

Nulleffekt und Ausglühen

Ein Nulleffekt des Untersuchungsgerätes ist bedingt durch den Dunkelstrom des Multipliers sowie eine bestimmte Photonenzahl, die bereits das unbestrahlte Kristall liefert. Auch in diesem befinden sich einige Elektronen in dem vorbeschriebenen metastabilen Zustand und liefern beim Ausheizen einen Nulleffekt. Dementsprechend wurden die Kristalle nach den Angaben von CZAIKOWSKI bei 4oo^{o}-C 1o Minuten ausgeheizt. So sollen alle Elektronen, die sich im metastabilen Zustand befinden, über den

angeregten Zustand F in den Grundzustand G zurückkehren.

Abnahme der Anzeige mit der Zeit nach der Bestrahlung (FADING).

CZAIKOWSKI hatte eine Abnahme der Dosimeteran= zeige von 12 - 14 % in den ersten 15h nach der Bestrahlung festgestellt. Anschließend blieb die Anzeige bis etwa 3oh nach der Bestrahlung konstant. Nach Angaben der Firma HARSHAW beruht dieses FADING auf Photonen, die unterhalb 100^{o}-C von bestrahltem LIF ausgesendet werden. Entsprechend den Empfehlungen der Firma wurden die Kristalle vor jeder Bestrahlung 1o Minuten bei 100^{o}-C erhitzt. Somit war ein wesentliches FADING zwischen Bestrahlungstermin und Messung nicht festzustellen.

Alterung der Dosimeter

CZAIKOWSKI hatte eine Abnahme der Empfindlich= keit von LIF-Pulver durch regelmäßiges Ausglühen gefunden. Unter Verwendung der von ihm angegebe= nen kürzeren Heizzeiten zeigten die LIF-Kristalle

bei zwischenzeitlich durchgeführten Kontrollen keine wesentliche Abweichung.

Meßanordnung und Untersuchungsgang

Während der Direktmessung der Ureterdosis unter liegendem Radiumfilter fixierte ein Kunststoffmandrin die Dosimeter in sterilen 5-Charrière-Uretersonden. Bei den Kathetern handelte es sich um eine Sonderanfertigung ohne Auge am proximalen Ende. Somit entfiel die Notwendigkeit, das Sondeninnere steril zu halten. Kleine Mandrinstücke von jeweils 1 cm Länge fixierten den Abstand der Kristalle zueinander. Der derart vorbereitete Katheter wurde 1o cm über das Ostium hinaus in den Ureter eingeführt, so daß die einzelnen Meßpunkte in folgenden Abschnitten oberhalb des Ostiums lagen:

1.)	2	cm -	2,6	cm
2.)	3,6	cm -	4,2	cm
3.)	5,2	cm -	5,8	cm
4.)	6,8	cm -	7,4	cm
5.)	8,4	cm -	9,o	cm

Nach Einführen der Sonde und Applikation eines Leerfilters wurde mit einer Röntgenaufnahme die

Lage von Kristallen und Radiumträger dargestellt. Bei liegendem Zystoskop und nach Austausch des Leerfilters gegen einen gleichgroßen Radiumträger erfolgte nach zu erwartender Mindestdosis eine Bestrahlung über 1o - 2o Minuten. Nach Ziehen des Radiumfilters wurde die Sondenlage nochmals zystoskopisch überprüft.

Die LIF-Kristalle wurden vor der Bestrahlung 1o Minuten bei 4oo^{o}-C ausgeheizt und unmittelbar nach Strahlenexposition bei 1oo^{o}-C über 1o Minuten erhitzt. Daran anschließend erfolgte die Messung der Thermolumineszenz.

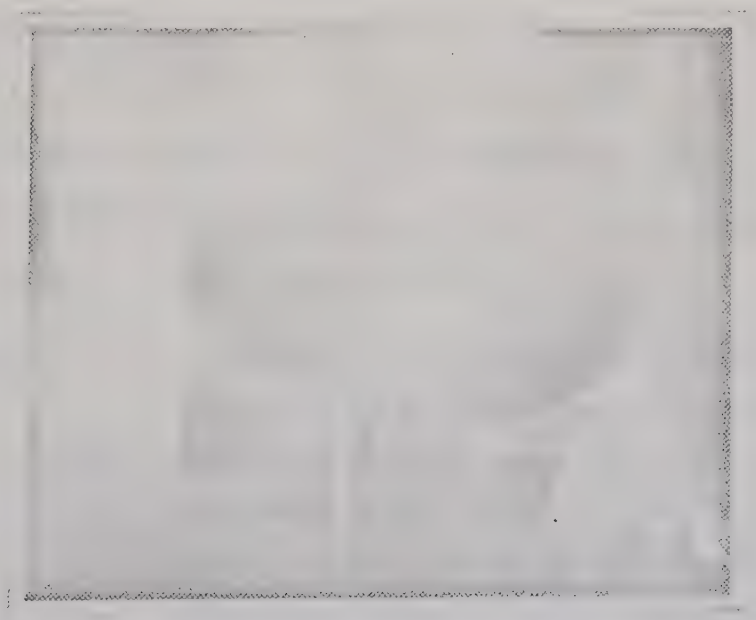

Abb. 6 Röntgenaufnahme mit Darstellung der Uretersonden und eines Intrauterinstiftes.

4.) Messungen am Patienten

In Anbetracht der erhöhten Disposition der Bestrahlungspatientinnen zu Harnwegsinfekten und des zusätzlichen Risikos, das eine Uretersondierung mit sich bringt, wurden die Messungen nur an einer kleinen Zahl ausgesuchter Fälle vorgenommen.

Die Ureterbelastung wurde in R/h ermittelt bei den Radiumträgern, die an der Radiologischen-Klinik-Saarbrücken im Routinefall verwendet werden.

Eine mittelgrosse Vaginalplatte mit einem Durchmesser von 3,4 cm, ein leicht gebogener Intrauterinstift von 5,2 cm Länge und ein Korpusfilter als Kombination eines 5,5 cm langen Stiftes mit einem Durchmesser von 5 mm und eines 2,5 cm langen Kopfes mit einem Durchmesser von 7,5 mm.

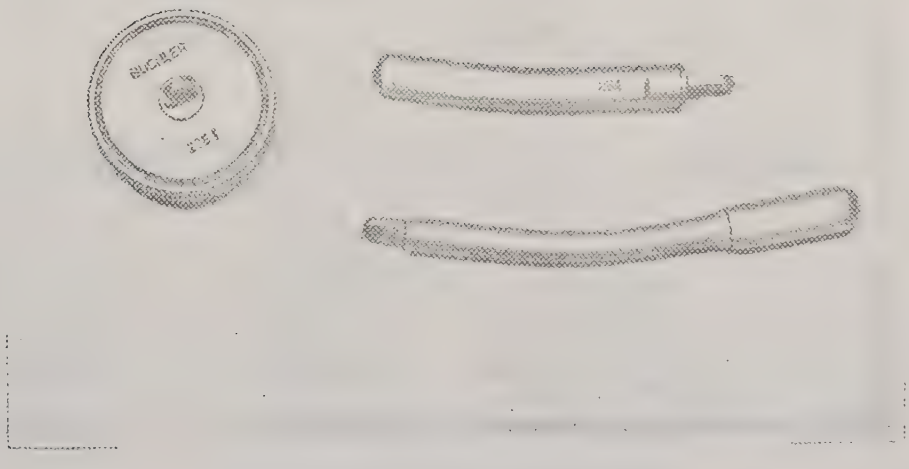

Abb. 7 Die im Routinefall an der Radiologischen Klinik Saarbrücken meist verwendeten Trägerformen.

VAGINALPLATTE

Fall-1

G. Franziska, 51 Jahre.

Diagnose: Kollum-Karzinom-II

Befund: Destruierte und blumenkohlartig auf= getriebene Portio. Breites Übergreifen auf das hintere Scheidengewölbe. Zervi= kalkanal nach rechts verzogen, Sonden= länge 6 cm. Normal großer Uterus links gelegen tastbar. Links rektal knotige Infiltrationen. Rechtes Parametrium strangartig verkürzt.

Bestrahlungsprotokoll:

6o mg Vaginalplatte.
Gammameterwerte: Vesikal max. 5o R/h,
rektal max. 6o R/h.

Lockere Tamponade.

Messung:	rechter Ureter	linker Ureter
Punkt 1	9o R/h	126 R/h
Punkt 2	73 R/h	126 R/h
Punkt 3	6o R/h	1o2 R/h
Punkt 4	51 R/h	6o R/h
Punkt 5	38 R/h	4o R/h

Fall 2

S. Anna, 5o Jahre.

Diagnose: Zustand nach Operation nach WERTHEIM wegen Kollum-Karzinom-II.

Befund: Kurzer Scheidenblindsack. Palpatorisch o.B.

Bestrahlungsprotokoll:

3o mg Vaginalplatte.
Gammameterwerte: Vesikal max. 7 R/h,
rektal max. 26 R/h

Lockere Tamponade.

Messung:	rechter Ureter	linker Ureter
Punkt 1	58 R/h	2o R/h

	rechter Ureter	linker Ureter
Punkt 2	3o R/h	16 R/h
Punkt 3	25 R/h	12 R/h
Punkt 4	18 R/h	11 R/h
Punkt 5	1o R/h	8 R/h

INTRAUTERINSTIFT

Fall 3

B. Martha, 64 Jahre.

Diagnose: Zervixhöhlen-Karzinom, histologisch völlig entdifferenziert.

Befund: Unauffällige Portio, Kollum frei beweglich. Zervixkanal rauh und knotig, Sondenlänge 6 cm. Uterus gestreckt. Rektal beide Parametrien frei.

Bestrahlungsprotokoll:

6o mg Intrauterinstift.

Gammameterwerte: Vesikal max.8o R/h, rektal max. 45 R/h

Lockere Tamponade.

Messung:	rechter Ureter	linker Ureter
Punkt 1	34 R/h	32 R/h
Punkt 2	29 R/h	26 R/h
Punkt 3	32 R/h	2o R/h

	rechter Ureter	linker Ureter
Punkt 4	28 R/h	17 R/h
Punkt 5	3o R/h	14 R/h

Fall 4

K. Liesel, 41 Jahre.

Diagnose: Kollum-III.

Befund: Großer blumenkohlartiger Exophyt, von der vorderen Muttermundslippe ausgehend, nimmt 1/3 der Scheide ein. Breites Übergreifen auf das rechte Scheidengewölbe. Uterus dextrovertiert. Sondenlänge 7 cm. Rechtes Parametrium bis zur Becken= wand infiltriert.

Bestrahlungsprotokoll:

6o mg Intrauterinstift

Gammameterwerte: Vesikal max. 7o R/h
rektal max. 2o R/h

Lockere Tamponade.

Messung:

	rechter Ureter	linker Ureter
Punkt 1	49 R/h	37 R/h
Punkt 2	55 R/h	35 R/h
Punkt 3	67 R/h	31 R/h

	rechter Ureter	linker Ureter
Punkt 4	55 R/h	3o R/h
Punkt 5	49 R/h	28 R/h

KORPUSFILTER

Fall 5

B. Maria, 68 Jahre.

Diagnose: Korpus-Karzinom

Befund: Spekulum o.B. Sondenlänge 9 cm. Ute= rus normal groß, anteflektiert, ge= ring sinistrovertiert.

Bestrahlungsprotokoll:

Korpusfilter mit 4o mg im Kopf
und 4o mg im Stift.

Gammameterwerte: Vesikal max. 55 R/h
rektal max. 3o R/h

Lockere Tamponade.

Messung:	rechter Ureter	linker Ureter
Punkt 1	84 R/h	98 R/h
Punkt 2	9o R/h	126 R/h
Punkt 3	9o R/h	128 R/h
Punkt 4	91 R/h	128 R/h
Punkt 5	1o2 R/h	126 R/h

Fall 6

K. Maria, 59 Jahre.

Diagnose: Korpus-Karzinom

Befund: Normal großer, retroflektierter Uterus, überwiegend rechts von der Mittellinie gelegen. Sondenlänge 7,5 cm. Narbiges linkes Scheidengewölbe.

Bestrahlungsprotokoll:

Korpusfilter mit 4o mg im Kopf, und 4o mg im Stift.

Gammameterwerte: Vesikal max. 6o R/h
rektal max. 45 R/h

Lockere Tamponade.

Messung:	rechter Ureter	linker Ureter
Punkt 1	65 R/h	78 R/h
Punkt 2	64 R/h	77 R/h
Punkt 3	64 R/h	66 R/h
Punkt 4	64 R/h	66 R/h
Punkt 5	6o R/h	77 R/h

PERKUTANE 2oo-KV-Bestrahlung ohne Sieb

Fall 7

K. Paula, 42 Jahre.

Diagnose: Zustand nach Operation nach WERT= HEIM wegen Korpus-Karzinom.

Befund: Kurzer Scheidenblindsack.
Palpation o.B.

Bestrahlungsprotokoll:

Stabilipan-SIEMENS
2oo-KV, 2o-mA, Filter-1, mmCu,
HWS-1,5 mmCu, FHA-4o cm,
Feldgröße-15o cm^2.
Herdtiefe-7,5 cm (Beckenhalbmesser).
Bestrahlungszeit: 3' 15''
Oberflächendosis: 3oo R
Herddosis: 155 R (n.Tabellen von WACHSMANN und DIMOTSIS)

Versuchsdosis:

Zeit: 1' 5''
Oberflächendosis: 1oo R
Herddosis: .52 R
Kreuzfeuerbestrahlung über zwei abdominale und zwei gluteale Felder.

Messung:	rechter Ureter	linker Ureter
Punkt 1	122 R	12o R
Punkt 2	123 R	124 R
Punkt 3	122 R	122 R
Punkt 4	12o R	122 R
Punkt 5	125 R	126 R
Mittelwert:	123 R	

Perkutane Bestrahlung mit Sieb

Fall 8

B. Erna, 53 Jahre.

Diagnose: Fortgeschrittenes Korpus-Karzinom, Zustand nach abdominaler Total= exstirpation, Dünndarmresektion und Exstirpation einer Metastase am Introitus.

Befund: Kurzer Scheidenblindsack. Geringe perirektale Verdickungen beidseits.

Bestrahlungsprotokoll:

Stabilipan-SIEMENS,

2oo-KV, 2o-mA, Filter-o,5 mmCu,

HWS-1,1 mmCu, FHA-4o cm.

SIEB:

Sieböffnung: 4o %
Durchlässigkeit am Steg: 5 %
Streufaktor Loch: 1,15
Gitterfaktor: 3,75
bei Feldgröße: 15o cm^2

Herdtiefe: 8,5 cm (Beckenhalbmesser)
Bestrahlungszeit: 5' 12''
Oberflächendosis: 6oo R
Herddosis am Loch: 17o R

Versuchsdosis:

Zeit: 2' 36''
Oberflächendosis: 3oo R
Herddosis Loch: 84 R
Herddosis Steg: 41 R

Kreuzfeuerbestrahlung über zwei abdo= minale und zwei gluteale Felder.

Messung:	rechter Ureter	linker Ureter
Punkt 1	1o3 R	11o R
Punkt 2	178 R	145 R
Punkt 3	-	112 R
Punkt 4	-	17o R
Punkt 5	125 R	175 R
Mittelwert:	14o R	

5.) Bestimmung der Streustrahlung bei der perkutanen Bestrahlung.

Die zu erwartende Ureterbelastung setzt sich zu= sammen aus der Herddosis pro Parametrium und der jeweiligen Streustrahlung von der Gegenseite.

Gemessen wurde diese Streustrahlung im Wasser= bad an einem Beckenskelett mit Drähten zur Mar= kierung der Ureteren und einem Uterusmodell. Entsprechend der durchschnittlichen Weichteil= dicke hatte das Wasserbad eine Tiefe von 19 cm. Der Ureter lag praevesikal und in Höhe der unte= ren Ileosacralfuge, etwa 9 cm und in der Gegend des Promontoriums, dem kranialen Tubusende, 8 cm unter der Wasseroberfläche.

Über eine Sondenfingerhutkammer wurde mit dem SIEMENS-Universal-Dosimeter die 2oo-KV-Röntgen= strahlung (HWS: 1,5 mm Cu) integrierend gemessen und auf Dosisleistung umgerechnet.

Üblicherweise liegen bei der perkutanen Therapie die Bestrahlungsfelder 3 cm von der Medianlinie entfernt. Um die Bedeutung dieses Abstandes auf= zuzeigen, wird bei verschiedener Einstellung gemessen.

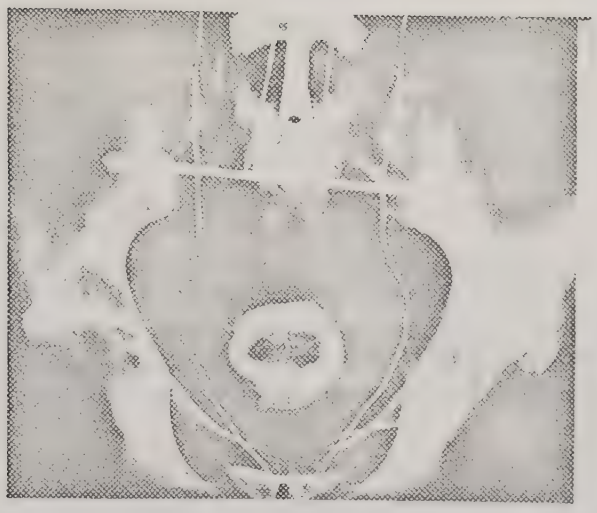

Abb. 8 Streustrahlenmessung am Phantom. (Beckenskelett mit markierten Ureteren und Uterusmodell)

Meßpunkt	Direktmessung am Ureter im Bestr.Feld	Streustrahlung am Ureter der Gegenseite	
		Tubus an Medianlinie	Tubus 3 cm lat.
3-5 cm praevesikal	3,5 R/min	o,75 R/min	o,4 R/min = 11,4 %
untere Ileosacralfuge	3,5 R/min	o,55 R/min	o,4 R/min = 11,4 %
Promotorium	3,8 R/min	-	o,6 R/min = 15,8 %

V. Diskussion der Ergebnisse und Folgerungen für die Strahlentherapie

Bei der Vaginalplatte zeigt sich erwartungsgemäß als Ort der maximalen Belastung der praevesikale Ureterabschnitt. Nach proximal fällt die Dosis kontinuierlich ab. Die relativ hohe Seitendifferenz ist auf geringes Verkippen der Platte zurückzuführen, im Fall-I durch den Exophyt, im Fall-II durch einen asymmetrisch vernarbten Scheidenstumpf bedingt.

Die Messungen zum Intrauterinstift zeigen nur eine geringe Seitendifferenz. Bei beiden Patientinnen war der Uterus mässig dextroponiert, was eine höhere Belastung des rechten Ureters, etwa 5 - 6 cm oberhalb des Ostiums, verursachte.
Im Fall-V ist die höhere Belastung des linken Ureters durch einen nach links gelegenen Uterus zu erklären. Aus Gründen des Narkoseverlaufes konnte bei dieser Patientin keine Röntgenaufnahme der Filterposition angefertigt werden. Die gynaekologische Untersuchung sowie eine Impression der Harnblase von links cranial her im Urogramm zeigten jedoch den nach links geneigten Uterus. Die Maximalwerte liegen 5 - 9 cm oberhalb des Ostiums.

Dieser Dosisanstieg an den oberen Meßpunkten ist im Fall-VI nicht nachweisbar. Den retroflektier= ten Uterus zeigt die Röntgenkontrollaufnahme etwa in der Mittellinie gelegen. Zwar hat das Korpus= filter den Uterus teilweise gestreckt, die noch verbliebene Verlagerung hat jedoch eine stärkere Ureterbelastung an den oberen Meßpunkten verhin= dert.

Die perkutan über vier offene Felder applizierten 4oo R entsprechen nach den Tabellen von WACHSMANN und DIMOTSIS einer Herddosis pro Parametrium von 1o4 R. Unter Einbeziehung der Streustrahlung von der Gegenseite ergibt sich pro Ureter eine Herd= dosis von etwa 117 R. Die gemessenen Werte liegen im Mittel bei 123 R, also eine gute Übereinstim= mung.

Im Fall-VIII, der Siebbestrahlung, beträgt die mitt= lere Belastung 14o R. Unter Annahme einer vollstän= digen Homogenisierung der Strahlung am Herd ergibt sich rechnerisch nach den WACHSMANN-Tabellen eine eingestrahlte Herddosis von 124 R pro Parametrium. Die Ureterdosis müßte zuzüglich der Streustrahlung bei 138 R liegen. Eine wesentliche Differenz zwi= schen Meßwert und Tabllenwert ist in diesem Fall

somit nicht gegeben.

Insgesamt zeigt sich, daß bei der perkutanen Bestrahlung der Betrag der errechneten Herd=dosis pro Parametrium zuzüglich einer Streu=strahlung von der Gegenseite von etwa 12 % als angenommene Ureterbelastung für klinische Belange ausreichende Genauigkeit bietet.

Bemerkenswert bei der Siebbestrahlung ist die große Differenz der Belastung in den ein=zelnen Harnleiterabschnitten. Demnach kommt es bei Verwendung eines Siebs, zumindest wäh=rend einer Bestrahlung, nicht zur Homogenisie=rung der Dosis in der Tiefe. Für die Routine=therapie dürfte jedoch gelten, daß ein Sieb zwar immer auf die gleichen Hautabschnitte zu liegen kommt, durch Verschiebung der markierten Hautfelder gegenüber den tieferen Schichten aber die Lochdosis jeweils andere Gewebsab=schnitte trifft. Im Gesamtverlauf der Bestrah=lung ist dann doch mit einer Homogenisierung zu rechnen.

Die folgende Tabelle vergleicht Untersuchungs=ergebnisse der Voruntersucher mit den im Rahmen

der vorliegenden Arbeit gewonnenen Meßdaten.

Alle Zahlen liegen im gleichen Größenbereich. Die Thermolumineszenzwerte ordnen sich gut ein in die Ergebnisse von BUCHMANN, ANDREAS, CLAUS und MARTIN. WASSERBURGER und SMEREKER geben bei der Applikation von 8o mg Radium vaginal und 4o mg intrauterin als Ort der Maximalbelastung die Ureterkreuzung an. Nach den neueren Untersuchungen ist bei dieser Applikationsform die Maximaldosis im praevesikalen Ureter zu erwarten.

Daneben zeigt die Tabelle, daß ein Therapieprogramm mit Vaginalplatte, Intrauterinstift und Korpusfilter zu einer gleichmäßigen Strahlenbelastung des unteren Ureterdrittels führt und einseitige Belastung bestimmter Punkte vermeiden kann.

Radium=einlage	Untersucher Meßergebnisse in R/h		gemessener Ureterab=schnitt	Ort der Maximal=belastung
	WASSERBURGER u. SMEREKER			
Kombination				
33,2 mg vaginal	mittel	43		
33,2 mg intra=uterin	max	65	rechte Ure=terkreuzung	rechte Ureter=kreuzung
8o mg vaginal	mittel	71	und rechtes	
4o mg intraut.	max	135	Ostium	
	BUCHMANN			
8o mg intra=zervikal	max	127		4-6 cm über Ostium
	ANDREAS			
Kombination				
12o mg vaginal	mittel	112	Ureterkreu=	linke Ure=
u.intrauterin	max	185	zung bds.	terkreuzung
	CLAUS u.MARTIN			
Keine mg-Angabe				
Kraterfilter	mittel	76		Ostien u.
	max	13o	Bd.Urete=	praevesikal
Röhrenfilter	mittel	3o-5o	ren von	Ostien
	max	7o	Ostien bis	
Komb.Stift u. Kraterfilter	max	186	1o cm prox.	Ostien u. praevesikal
Komb.Stift u.	mittel	1oo		Ostien u.
Vaginalplatte	max	242		praevesikal
	EIGENE UNTERSUCHUNGEN			
Vaginalplatte	mittel	76		
6o mg	max	126		praevesikal
3o mg	mittel	21		
	max.	58	Bd.Urete=	
Intrauterin	mittel	26	ren von	5-6 cm über
stift	max	67	Ostien bis	Ostien
Korpusfilter			9 cm prox.	
4o mg Kopf	mittel	86		5-9 cm über
4o mg Stift	max	128		Ostien

An der Radiologischen Klinik der Städt. Krankenanstalten-Saarbrücken wird das Kollum=karzinom, läßt man die Anpassung an individuel=le Besonderheiten unbeachtet, mit 3ooo R Herd=dosis proParametrium perkutan bestrahlt. Die Radiumbehandlung wird in vier Einlagen fraktio=niert, die in ein bis zwei-wöchigen Abständen appliziert werden. Wir streben eine Dosis an von 4ooo mgeh intrauterin und 2ooo mgeh vaginal. Orientiert man sich an der gemessenen mittleren Ureterbelastung bei den verschiedenen Radiumträ=gern, sowie der perkutanen Bestrahlung, so ergibt sich rechnerisch für die Strahlentherapie des Kollumkarzinoms eine Uretergesamtbelastung von etwa 76oo R. Das Korpuskarzinom, mit 6ooo mgeh und der gleichen perkutanen Dosis behandelt, be=dingt durchschnittlich eine Ureterbelastung von 78oo bis 88oo R.

Daß diese Werte noch innerhalb der Toleranzgrenze liegen, bestätigen die klinischen Beobachtungen. Unter den in den Jahren 1967 - 197o an der Radio=logischen Klinik Saarbrücken beobachteten Ureter=stenosen war keine unmittelbar strahlenbedingt. In allen Fällen wurde die Abflussbehinderung durch

Infusionsurogramm mit seitlichen und gezielten Aufnahmen zunächst genau lokalisiert. Gynaekologischer Befund, Dickdarmkontrasteinlauf, Beckenarteriographie und Venographie lieferten Hinweise zur Differentialdiagnose, ob Tumorwachstum, Lymphknotenmetastasen oder Narbenzüge zu der Harnleitereinengung geführt hatten. Eine Lymphographie konnte in vielen Fällen regionäre Metastasen nachweisen. Einige Patientinnen zeigten im Urogramm, Beckenarteriogramm und Beckenvenogramm Anhaltspunkte für narbige Veränderungen. Die daraufhin vorgenommene operative Revision deckte bisher in allen Fällen histologisch-gesicherte Rezidive auf.

Die überwiegende Zahl der Abflussbehinderungen zeigten sich bereits im Urogramm vor Therapiebeginn. Hier hatte die Ummauerung des Harnleiters mit Tumorgewebe zu der Stenose geführt. Ein kleiner Teil der Urogramme ließ postoperative urologische Komplikationen erkennen, entweder infolge direkter Ureterläsion oder durch sekundäre Narbenzüge.

Einige operierte Patientinnen zeigten im Urogramm einen nach medial verzogenen Ureter. Die Kennt-

nis dieser anatomischen Besonderheit ermög=
lichte es dem Strahlentherapeuten,eine höhere
Belastung in diesem Ureterabschnitt zu vermei=
den. Eine bekannte einseitige Hydronephrose ver=
anlaßt zu weitgehender Schonung der gesunden
Seite. Neben diesen Gründen ist nicht zuletzt
auch der forensischen Bedeutung wegen eine uro=
graphische Kontrolle vor Therapiebeginn er=
forderlich.

Strahlenschäden an den Nachbarorganen können durch
einseitige Belastung bei größerer Lageabweichung
des Radiumträgers bedingt sein. Ein Verkippen
des Filters nach dorsal oder ventral läßt sich,
insbesondere bei Vaginalfiltern, durch die Gamma=
metermessung in Harnblase und Mastdarm recht gut
erfassen. Eine Lageabweichung nach lateral, die,
wie gezeigt wurde, zu erheblichen Seitendifferen=
zen zwischen linkem und rechtem Ureter führen kann,
ist nur durch eine Röntgenaufnahme der Trägerpo=
sition nachweisbar. Um die genaue räumliche Lage
abschätzen zu können, sind Röntgenaufnahmen in
zwei Ebenen wünschenswert, was während der vor=
liegenden Untersuchungen aus technischen Gründen
leider nicht durchführbar war.

Da gröbere Verkippungen der Einlagen, besonders der Vaginalfilter, bis zu einem gewissen Maß auch der zervikalen und intrauterinen Einlagen, durch entsprechende Seitenbetonung der Vaginal=tamponade ausgeglichen werden können, ist für die Therapie mit Radium die Röntgenkontrolle der Trägerposition möglichst in zwei Ebenen un=bedingt zu fordern.

Die Messungen zur Vaginalplatte zeigen erhebli=che Seitendifferenzen. Mit Rücksicht auf das liegende Zystoskop sowie eine mögliche Verschie=bung der Uretersonden konnte die Scheide nicht zu straff tamponiert werden. Eine stärker korri=gierende, einseitig straffere Tamponade hätte die unterschiedliche Ureterbelastung verhindern können. Die zweite Messung zum Korpusfilter zeigt fast seitengleiche Ureterbelastung infolge Tampo=nade. Nach gynaekologischem Tastbefund und Uro=gramm war der Uterus mehr links gelegen, die Röntgenaufnahme der Trägerposition läßt aber eine MIttellage erkennen, die zu seitengleicher Harn=leiterbelastung geführt hat. Wichtig ist daher eine Scheidentamponade, die versucht, gynaekolo=gisch festgestellte Lageabweichungen des Uterus,

bzw. des Radiumfilters durch Seitenbetonung aus=zugleichen. Eine noch verbliebene Verkippung wird die anschliessende röntgenologische Positionskon=trolle aufdecken, so daß gegebenenfalls eine er=neute Korrektur versucht werden kann.

Bei der Radium-Röntgentherapie des Uteruskarzi=noms liegt die Ureterbelastung bei der perkutanen Behandlung fest . Sie entspricht der Herddosis pro Parametrium zuzüglich der Streustrahlung der Gegenseite. Rein radiogene Ureterveränderungen können bei richtiger Dosierung und ohne zusätz=lichen entzündlichen Prozess nur durch einseitige Belastung bestimmter Harnleiterabschnitte nach Lageabweichungen des Radiumträgers bedingt sein. Die Thermolumineszenzmethode stellt bisher die einzige Möglichkeit dar, die Ureterdosis während der Bestrahlung direkt im Hohlorgan zu messen.

Gegen diese Methode spricht einmal das Risiko eines iatrogenen Harnwegsinfektes, besonders in Anbetracht der höheren Disposition bei Bestrah=lungspatientinnen mit gynaekologischem Karzinom. (In allen im Verlauf dieser Arbeit untersuchten Fällen wurde keine urologische Komplikation be=obachtet). Zum anderen ist die Methode zur häufi=

gen Anwendung zu aufwendig.

Die Durchführung der Messungen erfordert mehrere Hilfspersonen. Neben dem bei intrauterinen Einlagen notwendigen Anaesthesisten muß eine Hilfsperson die gynaekologischen Instrumente wie Specula, Kugelzangen und Klemmen halten. Ein bis zwei weitere Personen assistieren bei der Zystoskopie, Uretersondierung und Applikation des Radiumfilters. Eine Röntgenassistentin fertigt die Kontrollaufnahmen der Filterposition an. Insgesamt sind also neben dem Anaesthesisten und dem Radiologen eine MTA und bis zu drei Hilfspersonen notwendig.

Auch vonseiten des physikalisch-technischen Instrumentariums ergeben sich Einwände. Die zur Messung der Thermolumineszenz erforderlichen Geräte sind sehr störanfällig. Die Kristalle selbst ändern nach mehrmaligem Gebrauch ihr Verhalten, was hauptsächlich durch eine geringe, jedoch unvermeidliche Verschmutzung bedingt ist. Nach mehreren Messungen sind jeweils Kontrollen der Kalibrierungsgeraden notwendig, was zahlreiche Einzelmessungen erfordert. Daneben brechen die Kristalle sehr leicht. Nach jeder Uretersondierung muß mit dem Verlust von Dosimetern durch Bruch gerechnet werden.

Gebrochene Kristalle können bereits für die lau=
fende Messung nicht mehr verwendet werden. Neue
Kristalle sind bisher nur aus den USA mit einer
Lieferzeit von bis zu sechs Monaten zu bezie=
hen.

Diese Umstände lassen die Thermolumineszenz=
methode als Routineuntersuchung während der
Strahlentherapie nicht geeignet erscheinen.
Sie muß besonderen Fragestellungen und Einzel=
fällen vorbehalten bleiben, kann hier jedoch
exakte Werte liefern. Mit dieser Methode läßt
sich in Fällen einseitiger Ureter- bzw. Nieren=
affektion oder gar Nephrektomie eine Radium=
therapie mit exakter Ureterdosis durchführen,
um so eine ausreichende Tumordosis ohne Über=
schreitung der Toleranzdosis am Ureter appli=
zieren zu können.

VI. Zusammenfassung

An Hand der Literatur wird die Problematik der Strahlentherapie des Uteruskarzinoms heraus=gestellt. Es werden insbesondere radiogene Ure=terveränderungen beschrieben. Die Ergebnisse früherer Messungen der Harnleiterbelastung wer=den wiedergegeben.

Die vorliegende Untersuchung mißt nach der Ther=molumineszenzmethode die Strahlenbelastung im distalen Ureter bei der an der Radiologischen Klinik Saarbrücken üblichen Radium-Röntgenthera=pie. Die Messungen zu den einzelnen Trägerformen zeigen, daß Lageabweichungen des Radiumträgers zu unterschiedlicher Belastung einzelner Ureter=abschnitte führen. Daraus ergibt sich die Not=wendigkeit eines Urogrammes vor Therapiebeginn, der Röntgenkontrolle der Trägerposition zur Er=fassung von Verkippungen des Trägers und der Scheidentamponade, die versucht, diese Verkippun=gen durch Seitenbetonung auszugleichen.

Die Thermolumineszenzmethode ist sehr aufwendig und als Routineuntersuchung während der Strahlen=therapie des Uteruskarzinoms nicht geeignet. In besonderen Fällen kann sie jedoch für den Patien=ten von großem Nutzen sein.

VII. Literaturverzeichnis

1.) ALDRIDGE, C.W. MASON, J.T.: Ureteral obstruction in carcino=ma of the cervix.Amer.J.Obstet. Gynec. 6o, (195o): 1272 - 1282

2.) ANDREAS, H.: Isodosenphotogramme von Strah=lungsquellen. Strahlenther. 1o1, (1956): 416 -421

3.) ANDREAS, H.: Intraabdominelle Dosismessung. Geburtshilfl.u.Frauenheilk. 18, (1958): 531 - 534

4.) BÖCKLER, H.: PRINZ, D.: Veränderungen der oberen Harnwe=ge nach Bestrahlung und Operation des Kollumkarzinoms.Geburtsh.u. Frauenheilk. 19, (1959): 858 - 867

5.) BRÄUNLICH, P. SCHARMANN, A.: Dosimetrie mit Hilfe der Thermo=lumineszenz von Lithiumfluorid. Nukleonik. 4, (1962): 65 - 67

6.) BUCHMANN, E.: Ureterstenosierung und Hydro=nephrosenbildung durch Krebs=infiltration und Strahlenindu=ration des Parametriums beim Kollumkarzinom. Strahlenther. 99, (1956): 2o - 38

7.) CLAUS, H.G. : Die Strahlentoleranzgrenze des Harnleiters im Tierversuch. Deutscher Röntgenkongress. 1967 - Teil-B: 76 - 8o

8.) CLAUS, H.G. MARTIN, K.: Die Harnleiterbelastung bei der gynaekologischen Strahlenther. Deutscher Röntgenkongress 1967 - Teil-B: 6o - 64

9.) CZAIKOWSKI, P.M.: Biophysikalische Untersuchungen zur Strahlenbelastung des Knochens bei der Strahlentherapie des Uteruskarzinoms. Diplomarbeit, Math.Nat.Fak. der Univ.des Saarlandes, 1968

10.) DREXLER, G. SCHARMANN, A.: Festkörperdosimetrie in der Strahlentherapie. Radiologe 8, (1964): 262 - 267

11.) DU MESNIL DE ROCHEMENT, R.: Lehrbuch der Strahlenheilkunde Enke, Stuttgart 1958

12.) DYROFF, R. SIEGERT, A.: Röntgen- und Radiumbehandlung in der Frauenheilkunde, in Seitz-Amreich:Biologie und Pathologie des Weibes III 2.Aufl. Urban & Schwarzenberg München-Berlin 1955

13.) EVERETT, H.S. BRACK, C.B. FARBER, G.J.: Further studies on the effect of irraditation therapy for carcinoma of the cervix upon urinary tract. Amer.J.Obstet.Gynec. 58, (1949): 908- 923

14.) EYMER, H.: Behandlung und Bekämpfung der Uteruskarzinome in der 1.Univ. Frauenklinik-München. Strahlenther. 86, (1952): 320 - 338

15.) FRIEDRICH,W.: Der heutige Stand der Radiumdosimetrie. Strahlenther. 54, (1935): 397 - 409

16.) FRISCHKORN,R. Nolte, L. ALMENDRAL, A.C. BECKER, M.L.: Die Strahlensensibilität des Kaninchenureters bei isolierter Bestrahlung. Deutscher Röntgenkongress 1967 Teil-B, 72 - 75

17.) GARLICK, G.F.J.: Solid luminescent materials. Cormell Symposion John WILEY, New York - 1948

18.) HILD, J.: Dosisdirektmessungen im Ureter bei der Radiumbestrahlung des Kollumkarzinoms. Deutscher Röntgenkongress - 1967 Teil-B 57 - 59

19.) HOFMANN, D.: Klinik der gynaekologischen Strahlentherapie. Urban & Schwarzenberg München-Berlin - 1963

2o.) HOFMANN, D. KÜNZLER, E.: Über Ursachen und zeitliches Auftreten von Harnwegskompli= kationen nach Strahlenbehand= lung des Kollumkarzinoms. Geburtsh.und Frauenheilk. 19, (1959): 789 - 8oo

21.) HOLLSTEIN, K. HESS, M.: Über Früh- und Spätreaktion von Blase, Darm und Haut nach Radium-Röntgen-Bestrahlung bösartiger gynaekologischer Tumoren. Strahlenther. 87, (1952): 295 - 3o9

22.) KELLER, F.: Über die Messung von Radium= isodosen in R und ihre Berich= tigung durch neue experimentel= le Untersuchungen. Strahlenther. 52, (1935): 4o3 - 424

23.) KOTTMEIER,H.L.: Annual Report on the Results of Treatment in Carcinoma of the Uterus and Vagina. Stockholm - 1969

24.) KRAATZ, H.: Die urologischen Komplikatio=nen bei der Therapie des Kol=lumkarzinoms.
Münch.Med.Wschr.
102, (1960): 2287 - 2297

25.) LACASSAGNE, A.
BACLESSE, F.
REVERDY, E.: Radiothérapie des cancers du col de L'uterus. Méd. et chir. recherches et applicat.
32, Masson & Cie. Paris 1941

26.) LIMBURG, H.
THOMSEN, K.: Das Adenokarzinom des Collum-uteri.
Thieme Stuttgart - 1949

27.) MAYER, A.: Die Entwicklung unserer Thera=pie beim Uterus-Kollumkarzinom.
Strahlenther.
69, (1941): 17 - 28

28.) MEIGS, I.V.: zit.n.Meixner
The radical Operation for Cancer of the Cervix.
Amer.J.Roentgenol.
57 (1947): 679 - 684

29.) MEIXNER, H.: Überlegungen zur Therapie des Kollumkarzinoms.
Wien.Med.Wschr.
120 (1970): 518 - 520

30.) MÖBIUS, V.: Radiumdosierungsfragen in der gynaekologischen Praxis.
Strahlenther.
77, (1947): 71 - 86

31.) MUTH, H.: Über die durch Strahlenbehand=lung des Uteruskarzinoms hervor=gerufenen Funktionsstörungen der ableitenden Harnwege.
Geburtsh. und Frauenheilk.
17, (1957): 983 - 995

32.) MUTH, H.: Behandlungsergebnisse des Genitalmalignoms. Geburtsh. und Frauenheilk. 21, (1961): 582 - 601

33.) MUTH, H.
DÖRDELMANN, P.: Der Einfluß toxisch-entzündlicher Faktoren auf die Entstehung der strahlenbedingten Hydronephrose. Zbl.Gynaek. 82, (1960): 1619 - 1625

34.) MÜLLER, H.G.
HÜTER, K.A.: Treten vesikoureterale Reflexerscheinungen beim Carcinoma colli uteri auf ? Zbl.Gynaek. 81, (1959): 260 - 261

35.) RIES, J.K.: Zur Frage der Gewebstoleranz bei der Strahlentherapie der Frau. Geburtsh. und Frauenheilk. 18, (1958): 537 - 540

36.) RIES, J.K.: Urologische Komplikationen bei der Strahlenbehandlung von malignen Tumoren des kleinen Beckens. Krebsforschung und Krebsbekämpfung. 4, (1961): 283 - 293

37.) RIES, J.K.
BREITNER, J.: Strahlenbehandlung in der Gynaekologie. Sdbde. zur Strahlenther. 40, (1959)

38.) RULAND, L.: Über funktionelle Störungen der menschlichen Harnblase und Beobachtungen an ihrem vegetativen Nerven- und Ganglienapparat. Arch.klin.Chir. 272, (1952): 55 - 78

39.) RUMPHORST, K.: Die Behandlungsergebnisse des Korpuskarzinoms an der Kieler Univ.Frauenklinik.Strahlenther. 114, (1961): 589 - 594

4o.) SCHMERMUND, H.J. OBERHEUSER, F. KUTTIG, H.: Geschwülste der weiblichen Genitalorgane in Becker-Schubert: Die Supervolttherapie: 422-462 Thieme-Stuttgart - 1961

41.) SIEGERT, A. KESSLER, H.: Die Radiumbehandlung des Collum-Ca. Strahlenther. 92, (1953): 335 - 363

42.) TODD, T.F.: Rectal ulceration following irradiation treatment of carcinoma of the cervix uteri. Pseudocarcinoma of the rectum. Surg.Gynec. Obstet. 67, (1938): 617 - 621

43.) VERHAGEN, A.: Dosisverschiebungen an Blase und Mastdarm bei der gynaekologischen Radiumbehandlung. Strahlenther. 99, (1956): 442 - 447

44.) VOGELGESANG, R.: Zur Frage der Vermeidung von Strahlenschäden der Beckenorgane bei der Strahlentherapie des Uteruskarzinoms unter besonderer Berücksichtigung der Scheidentamponade. - Inaug.Diss.Med.Fak.der Univ. des Saarlandes - 1968

45.) WACHSMANN,F. DIMOTSIS, A.: Kurven und Tabellen für die Strahlentherapie. Hirzel - Stuttgart - 1957

46.) WASSERBURGER,K. SMEREKER, H.: Die Radiumbehandlung des Gebärmutterhalskrebses.Strahlenther. 62, (1938): 584 - 6oo

An dieser Stelle danke ich Herrn Prof. Dr.SCHÜSSLER, Chefarzt der Radiologischen Klinik Saarbrücken/Winterberg, für die Überlassung des Themas und die wertvollen Anregungen.

Mein Dank gilt außerdem Herrn Prof.Dr.MUTH, Direktor des Biophysikalischen Instituts, für die Erlaubnis zur Benutzung instituts= eigener Geräte sowie Herrn Dipl.phys. CZAIKOWSKI für die freundliche Unterweisung im Gebrauch der Geräte.

LEBENSLAUF

Geboren am 19.September 1942 in Saarbrücken als Sohn des Dr.med.Dietrich GERSTNER und Maria GERSTNER, besuchte ich, Hans-Dieter GERSTNER, von 1948 bis 1952 die Volksschule St.Arnual in Saarbrücken. Bis 1955 war ich Schüler an der Staatl.Oberrealschule Saarbrücken, wechselte dann an das Staatl.Realgymnasium Neunkirchen-Saar, wo ich am 2.März 1961 das Zeugnis der Reife erhielt.

Nach zwei Semestern Medizinstudium an der Universität des Saarlandes, bestand ich am 4.Mai 1962 das Vorphysikum. Nach einem Semester in Heidelberg kehrte ich an die Universität des Saarlandes zurück und bestand hier am 16.April 1964 das Physikum und am 17.Juli 1967 das Staatsexamen.

Die beiden Jahre als Medizinalassistent verbrachte ich am Winterbergkrankenhaus Saarbrücken in der Radiologie, Chirurgie, Gynaekologie und Medizinischen Klinik. - Seit 1.Oktober 1969 bin ich in der Radiologischen Klinik Saarbrücken-Winterberg unter Herrn Prof.Dr.med.R.Schüssler als Assistenzarzt tätig.